

Decomposição e liberação de nutrientes por diferentes plantas de cobertura em um pomar de laranja



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Mandioca e Fruticultura
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
123**

Decomposição e liberação de nutrientes por diferentes
plantas de cobertura em um pomar de laranjeira

*José Eduardo Borges de Carvalho
Francisco Alisson da Silva Xavier
Nalbert Silva dos Santos*

Embrapa Mandioca e Fruticultura
Cruz das Almas, BA
2021

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Mandioca e Fruticultura
Rua Embrapa, s/nº, Caixa Postal 07
44380-000, Cruz das Almas, Bahia
Fone: 75 3312-8048
Fax: 75 3312-8097
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Mandioca e Fruticultura

Presidente
Francisco Ferraz Laranjeira

Secretário-Executivo
Maria da Conceição Pereira da Silva

Membros
Aldo Vilar Trindade, Ana Lúcia Borges, Eliseth de Souza Viana, Fabiana Fumi Cerqueira Sasaki, Harllen Sandro Alves Silva, Leandro de Souza Rocha, Marcela Silva Nascimento

Supervisão editorial
Francisco Ferraz Laranjeira

Revisão de texto
Alessandra Angelo

Normalização bibliográfica
Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Anapaula Rosário Lopes

Fotos da capa
José Eduardo Borges de Carvalho

1ª edição
Publicação digital: PDF (2021)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Mandioca e Fruticultura

Carvalho, José Eduardo Borges de

Decomposição e liberação de nutrientes por diferentes plantas de cobertura em um pomar de laranja / José Eduardo Borges de Carvalho, Francisco Alisson da Silva Xavier, Nalbert Silva dos Santos. – Cruz das Almas, BA : Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2021.

26 p. : il. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Mandioca e Fruticultura, ISSN 1809-5003, 123)

1. Laranja. 2. Solo. 3. Cobertura de solo 4. Fruta cítrica 5, Adubação verde I. Carvalho, José Eduardo Borges de II. Xavier, Francisco Alisson da Silva III. Santos, Nalbert Silva dos. IV. Título. V. Série.

CDD 634.772

Ficha catalográfica elaborada por Lucidalva R. G. Pinheiro- Bibliotecária © Embrapa, 2021
CRB51161 – Embrapa Mandioca e Fruticultura

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	8
Instalação do experimento	8
Resultados e discussão.....	12
Armazenamento de nutrientes na fitomassa das plantas de cobertura.....	12
Velocidade de decomposição da fitomassa da parte aérea.....	15
Liberação de nutrientes da fitomassa das coberturas: uma aplicação prática para a demanda nutricional da Laranjeira.....	17
Nitrogênio (N).....	18
Fósforo (P)	19
Potássio (K).....	20
Cálcio (Ca)	21
Micronutrientes.....	21
Conclusões.....	23
Referências	24

Decomposição e liberação de nutrientes por diferentes plantas de cobertura em um pomar de laranjeira

José Eduardo Borges de Carvalho¹

Francisco Alisson da Silva Xavier²

Nalbert Silva dos Santos³

Resumo – Conhecer os padrões de decomposição e liberação de nutrientes de plantas de cobertura é fundamental para o manejo mais adequado desta prática para diferentes culturas agrícolas. Objetivou-se avaliar o padrão de decomposição e liberação de nutrientes de diferentes plantas de cobertura, buscando-se estabelecer critérios para o sincronismo entre as épocas de roçadas com as exigências nutricionais da planta cítrica. Foi desenvolvido um experimento de campo na estação experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, BA, para avaliar as taxas de decomposição e liberação de nutrientes da fitomassa das espécies: capim braquiária (*Urochloa decumbens* (Stapf) R. Webster), capim ruziziensis (*Urochloa ruziziensis* (Germ. & Evrard) Crins), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* [L.] DC.) e vegetação espontânea. As gramíneas perenes foram as que apresentaram maior tempo de meia-vida, promovendo maior proteção ao solo; verificou-se, no feijão-de-porco, maior velocidade de degradação, com liberação mais rápida de nutrientes; já na vegetação espontânea houve comportamento intermediário. As épocas de roçagem da fitomassa da parte aérea quando o objetivo for o cultivo de laranjeira são: 20 dias antes da floração, emissão de ramos, folhas e frutificação se utilizar o feijão-de-porco; 40 a 60 dias antes do florescimento, crescimento dos frutos, após colheita e início da fase vegetativa quando a opção for pelas gramíneas *U. decumbens* ou *U. ruziziensis*.

Palavras-chaves: Adubos verdes. Ciclagem de nutrientes. Citros. Proteção do solo. Vegetação espontânea.

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia.

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia.

³ Estudante de graduação do curso de Agronomia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia.

Decomposition and nutrient release by different cover crops in an orange orchard

Abstract – Knowing the patterns of decomposition and release of cover plant nutrients is essential for the most appropriate management of this practice for different agricultural crops. This study aimed to evaluate the pattern of decomposition and release of nutrients from different cover plants, seeking to establish criteria for the synchronism between nutrient release after mowing of shoot phytomass and the nutritional requirements of the citrus plant. The experiment was carried out in the experimental station of Embrapa Casava and Fruits, in Cruz das Almas, BA, by using a completely randomized design to evaluate the decomposition and nutrient release rates of following species: brachiaria decumbens grass (*Urochloa decumbens* (Stapf) R. Webster), ruziziensis grass (*Urochloa ruziziensis* (Germ. & Evrard) Crins), jackbeans (*Canavalia ensiformis* [L.] DC.) and spontaneous vegetation. Shoot phytomass of the perennial grasses showed higher half-life compared to the others species, promoting highest soil protection. The leguminous Jackbeans showed the highest rate of degradation, with faster release of nutrients; spontaneous vegetation, on the other hand, presented intermediate behavior. The most recommended seasons for mowing the shoot phytomass of cover crops when the objective is the cultivation of orange trees are: 20 days before flowering, emission of branches and leaves and fruiting for Jackbeans specie; and from 40 to 60 days before flowering, fruit growth, after harvest and beginning of the vegetative phase when the option is for *U. decumbens* or *U. ruziziensis* grasses.

Keywords: Green manure. Nutrient cycling. Citrus. Soil protection. Spontaneous vegetation.

Introdução

A utilização de coberturas vegetais/adubos verdes é de grande importância para o aumento da matéria orgânica do solo nas condições tropicais, favorecendo a estruturação do solo e o aumento das capacidades de retenção e infiltração de água e de troca catiônica (Adetunji et al., 2020).

Dentre os diversos parâmetros que devem ser conhecidos no comportamento das espécies usadas como coberturas vegetais, o tempo para liberação dos nutrientes estocados na fitomassa é um dos fatores mais importantes que afetam a reciclagem de nutrientes, pois sofre influência dos fatores ambientais (Andrade et al., 2003). A taxa de mineralização da fitomassa depende de sua qualidade, temperatura do ambiente, precipitação pluvial e das características do solo, como mineralogia da fração argila, acidez, atividade biológica e da disponibilidade de nutrientes (Thönnissen et al., 2000). O conhecimento das constantes relacionadas com os processos de decomposição e a liberação de nutrientes ao solo pela fitomassa das plantas de cobertura permite estimar o tempo no qual os nutrientes estarão disponíveis para as culturas de interesse comercial. Tais informações, quando associadas à demanda nutricional da cultura, poderão otimizar a aplicação e a escolha de espécies de coberturas mais indicadas para cada caso.

As características das leguminosas e gramíneas usadas como plantas de cobertura são bastante conhecidas, mas a velocidade com que os nutrientes associados à biomassa vegetal tornam-se disponíveis às culturas é ainda pouco estudada nas condições dos Tabuleiros Costeiros da Bahia e Sergipe.

Nos Tabuleiros Costeiros, com o predomínio de solos arenosos de textura média cultivados com citros, torna-se de grande relevância a dinâmica da reciclagem de nutrientes dentro do contexto relação solo-planta. Para Xavier et al. (2017), as gramíneas produzem quantidades significativas de fitomassa seca e são eficientes em estocar C na parte aérea. Mesmo permanecendo menos tempo no ambiente, o feijão-de-porco foi considerado um reciclador de N, K, Ca e S. Os autores ainda concluíram que o cultivo simultâneo de feijão-de-porco com milheto apresentou um padrão de decomposição intermediário e considerado como excelente opção de manejo de coberturas vegetais para as citriculturas da Bahia e Sergipe. Os maiores tempos de meia-vida foram observados pelos resíduos do braquiária e milheto, sugerindo que essas espécies podem ser mais indicadas para a proteção do solo.

A escolha por uma ou outra planta de cobertura passa, dentre outros fatores, pelo conhecimento das suas características fitotécnicas, tais como hábito de crescimento, volume e distribuição do sistema radicular, potencial de produção de massa seca, quantidade de nutrientes armazenados na biomassa e velocidade de decomposição e liberação dos nutrientes após o ciclo vegetativo.

Para que uma espécie seja considerada eficaz na reciclagem de nutrientes, deve haver sincronia entre o nutriente liberado pela biomassa da planta de cobertura e os estádios de maior demanda da cultura de interesse (Braz et al., 2004). Assim, o desafio no manejo de plantas de cobertura é a busca de estratégias para que haja sincronização entre a liberação dos nutrientes da fitomassa das coberturas vegetais após a roçagem e a absorção destes pela cultura principal, garantindo que a liberação de nutrientes contidos nos resíduos do adubo verde ocorra no momento de maior demanda desses nutrientes pela cultura de interesse econômico.

Este trabalho apresenta resultados e aplicações técnicas de um ensaio de campo que teve por objetivo avaliar o padrão de decomposição e liberação de nutrientes de algumas plantas de cobertura, buscando-se estabelecer estratégias para o sincronismo das épocas de roçaduras com as exigências nutricionais da planta cítrica. Espera-se que as informações apresentadas sejam úteis para a tomada de decisão do produtor diante das opções de espécies disponíveis no mercado ou para técnicos que precisam embasar seu conhecimento ao recomendar o manejo mais sustentável do solo.

Material e métodos

Instalação do experimento

O experimento foi realizado na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, localizada no Município de Cruz das Almas, BA (12°40'19" S e 39°06'22" W, 220 m de altitude), sob um Latossolo Amarelo distrocoeso (Souza; Souza, 2001). O clima local caracteriza-se por ser tropical úmido a subúmido (Aw a Am) com estação seca no verão, segundo a classificação de Köppen-Geiger. A pluviosidade média anual acumulada da região é de 1.143 mm, com a temperatura média anual de 23,7 °C e umidade relativa do ar de 80% (Xavier et al., 2020).

Foram instaladas parcelas de coberturas vegetais nas entrelinhas de um pomar de laranja 'Pera' plantado em espaçamento de 6 m x 2,5 m. Os tratamentos de coberturas vegetais foram compostos pelas espécies: capim braquiária decumbens (BDEC), capim ruziziensis (BRUZ) e feijão-de-porco (FP). Estas coberturas foram plantadas em meados do mês de junho de 2018 e mantidas até o estágio máximo de floração, que se deu em outubro de 2018, momento no qual foi feita a roçagem da parte aérea. Um tratamento com vegetação espontânea (VE) foi considerado como padrão de comparação com as espécies plantadas. Como espécies espontâneas predominaram: Capim braquiária, Poaia-branca (*Richardia brasiliensis* Gomes), Capim-colchão (*Digitaria horizontalis* Willd.), Capim-carrapicho (*Eleusine indica* (L.) Gaertn.), Buva (*Conyza bonariensis* (L.) Cronquist) e Malva-branca (*Sida cordifolia* L.).

Após a roçagem das coberturas, foi instalado um ensaio de campo para avaliar a velocidade de decomposição da fitomassa da parte aérea, cujo experimento foi realizado de outubro de 2018 a fevereiro de 2019. Neste período, a temperatura média foi de 25 °C e precipitação acumulada de 1.241 mm, com picos de chuvas não esperados nos meses de novembro e dezembro de 2018 (Figura 1). Os dados de precipitação do período do experimento, especialmente no período seco, mostraram diferenças significativas em relação à curva normal dos últimos 10 anos.

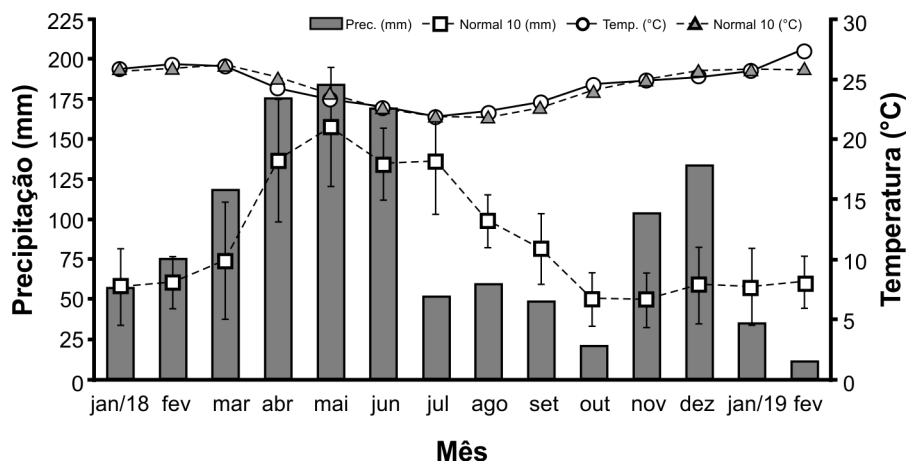


Figura 1. Médias mensais de precipitação (Prec.) e temperatura (Temp.) no período de janeiro de 2018 a fevereiro de 2019 em Cruz das Almas, BA.

Normal 10 (mm): média de precipitação mensal nos últimos 10 anos; Normal 10 (°C): média de temperatura mensal nos últimos 10 anos. Medições realizadas na estação meteorológica da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA. Barras na vertical indicam o desvio-padrão da média.

Para avaliação da dinâmica da decomposição foi utilizado o método das sacolas de decomposição (“litter bags”) (Rezende et al., 1999). As sacolas de decomposição foram confeccionadas com tela plástica de polietileno de alta densidade, com dimensões de 20 cm x 25 cm e abertura de malha de 5 mm. Essa abertura permitia a entrada de insetos responsáveis pela primeira fase da decomposição. As sacolas foram preenchidas com 100 g de fitomassa fresca da respectiva cobertura e distribuídas nas entrelinhas do pomar de citros utilizado no experimento em contato direto com o solo (Figura 2). As coletas das sacolas ocorreram aos 8, 15, 30, 45, 60, 80, 100 e 120 dias após a distribuição no campo, sendo pesada a massa remanescente da sacola recolhida em cada tempo. Foram consideradas três repetições por cobertura por tempo de coleta.



Figura 2. Ensaio para avaliação da velocidade de decomposição da biomassa vegetal de plantas de cobertura. Pesagem do material (A); preenchimento da sacola de decomposição (B); distribuição das sacolas no campo (C) e triagem do material após o recolhimento das sacolas (D). Cruz das Almas, BA.

Para evitar perda de material durante o recolhimento, as sacolas eram individualmente transferidas para sacos plásticos que foram devidamente lacrados durante a transferência do campo para o laboratório, onde era feita uma triagem para separação de partículas de solo, insetos e outros materiais de natureza vegetal aderidos, ou não, no material vegetal inicial (Figura 2D). Posteriormente, o material remanescente foi acondicionado em sacolas de papel, seco em estufa a 60 °C até peso constante e, em seguida, pesado, triturado e enviado ao laboratório para análises. No material vegetal remanescente de cada tempo de coleta foram feitas análises dos teores dos seguintes nutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn).

A matéria seca remanescente foi calculada pela diferença entre o peso inicial (tempo = 0) e o peso ao final da biomassa em cada período de decomposição. Da mesma forma, as quantidades de nutrientes remanescentes foram calculadas a partir do teor do nutriente na biomassa inicial (tempo = 0) e o teor deste na biomassa remanescente ao final de cada período. Com esses dados estimaram-se as taxas da decomposição e de liberação diária de nutrientes aplicando-se o modelo matemático exponencial simples conforme Rezende et al. (1999), como sendo:

$$X = X_0 e^{-kt}$$

em que X representa a quantidade de massa seca ou nutriente remanescente após um período de tempo t , em dias; X_0 a quantidade de massa seca ou nutriente inicial; e k a constante de decomposição ou de liberação de nutrientes. Com base neste modelo, considerando o valor de k , foi possível mensurar o tempo de meia-vida ($T_{1/2}$) da decomposição ou liberação dos nutrientes como sendo:

$$T_{1/2} = \frac{\ln(2)}{k}$$

onde $\ln(2)$ é logaritmo neperiano de dois, que é um valor constante, e k a constante de decomposição obtida no modelo ajustado. O $T_{1/2}$ expressa o período de tempo necessário para que metade da biomassa se decomponha ou para que metade dos nutrientes contidos na biomassa seja liberada. É um índice bastante útil para avaliar a velocidade de decomposição e liberação de nutrientes da biomassa vegetal.

Os dados de produção de massa seca e de armazenamento de nutrientes na fitomassa foram submetidos à análise de variância e, quando o teste F foi significativo, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5%. O padrão de decomposição foi avaliado por meio de regressão utilizando o modelo exponencial simples. Todas as análises estatísticas foram realizadas com apoio do software R, utilizando os pacotes Agricolae e ExpDes.pt (R Core Team, 2020; De Mendiburu Delgado, 2009; Ferreira; Cavalcanti, 2009).

Resultados e discussão

Armazenamento de nutrientes na fitomassa das plantas de cobertura

A produção de massa seca das coberturas vegetais, bem como os estoques de nutrientes contidos na biomassa, estão apresentados na Tabela 1. A produção de massa seca variou de 3 t ha⁻¹ a 11 t ha⁻¹, sendo a vegetação espontânea (VE) a cobertura que produziu menor quantidade. As gramíneas foram as que produziram maiores estoques de massa seca, superando significativamente a leguminosa FP em três toneladas por hectare.

Tabela 1. Produção de massa seca e acúmulo de macro e micronutrientes na fitomassa da parte aérea de diferentes plantas de cobertura. Cruz das Almas, BA, 2019.

Plantas de cobertura	Macronutrientes ¹						
	Massa seca	N	P	K	Ca	Mg	S
	t/ha	kg ha ⁻¹					
Feijão-de-porco	8 b	233 a	12 c	41 c	119 a	40 a	16 a
Vegetação espontânea	3 c	38 b	4 d	26 d	19 b	15 b	3 d
Braquiária decumbens	11 a	76 b	21 a	83 b	41 b	41 a	10 b
Braquiária ruziziensis	11 a	76 b	16 b	110 a	30 b	35 a	7 c
	Micronutrientes ¹						
	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
	kg ha ⁻¹						
Feijão-de-porco	0,19 a	0,05 a	0,62bc	0,30 c	0,12 b		
Vegetação espontânea	0,04 b	0,01 b	0,32 c	0,22 c	0,07 c		

continua...

Tabela 1. Continuação.

	Micronutrientes ¹				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	kg ha ⁻¹				
Braquiária decumbens	0,09 ab	0,02 b	1,18 a	0,60 b	0,22 a
Braquiária ruziziensis	0,04 b	0,02 b	0,91 ab	0,83 a	0,27 a

¹ estoques calculados com base na massa seca. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A avaliação dos estoques de macronutrientes acumulados na biomassa das coberturas permitiu observar a seguinte ordem de importância de absorção: N > K > Ca > Mg > P > S. De modo geral, o acúmulo de nutrientes variou entre as coberturas. A leguminosa feijão-de-porco (FP) foi a que apresentou maior ($p < 0,05$) quantidade de N na biomassa vegetal, cerca de três vezes maior em relação às braquiárias e seis vezes em comparação à VE. Essa maior capacidade das leguminosas em acumular N nos tecidos vegetais está na sua habilidade de realizar um processo natural de transformação de N₂ da atmosfera, chamado de fixação biológica de N. Isto acontece por meio de uma associação benéfica entre as raízes da planta e microrganismos do solo, que são capazes de transformar o N₂ da atmosfera, completamente indisponível para as plantas, em amônia (NH₃), que é uma forma assimilável.

O P foi apenas o quinto macronutriente mais acumulado na biomassa. Apesar disso, é um nutriente essencial para a produção vegetal. As gramíneas armazenaram maiores ($p < 0,05$) quantidades de P em relação à leguminosa FP e cerca de cinco vezes mais que a VE (Tabela 1). Dentre as gramíneas, a espécie braquiária decumbens (BDEC) armazenou mais P na fitomassa em comparação à braquiária ruziziensis (BRUZ), o que sugere maior potencial de reciclagem deste nutriente no solo.

O K foi o segundo macronutriente mais acumulado na biomassa vegetal das coberturas. Diferente do que foi observado para o N, as gramíneas acumularam cerca de duas vezes mais K na biomassa em relação à cobertura FP e quatro vezes mais que a VE (Tabela 1). Ao contrário do P, a gramínea BRUZ foi capaz de reciclar maior quantidade de K em relação à BDEC. O K é um nutriente essencial para a produção vegetal, porque participa diretamente

no controle do fluxo de água nas células vegetais e em outros processos fisiológicos das plantas, como ativação de algumas enzimas. No entanto, por não se ligar a nenhum componente estrutural dos tecidos vegetais da planta, sua liberação é rápida, o que aumenta sua disponibilidade no solo (Pavinato; Rosolem, 2008; Teixeira et al., 2012; Ferreira et al., 2014).

Com exceção do FP, o potencial de reciclagem de Ca e Mg entre as demais coberturas foi bastante similar (Tabela 1), indicando que a absorção destes elementos ocorre quase que de forma simultânea nas plantas. A leguminosa FP, entretanto, apresentou uma capacidade significativamente maior de armazenar Ca na fitomassa, sendo cerca de três vezes mais que as gramíneas e seis vezes mais que a vegetação espontânea. Outros estudos também observaram níveis mais altos de Ca na parte aérea do FP em relação a outras coberturas vegetais (Teodoro et al., 2011; Rodrigues et al., 2012). Esse resultado mostra que essa leguminosa pode ser utilizada como uma excelente estratégia de manejo para reciclar o nutriente Ca no solo. Com a sua capacidade de emitir raízes em profundidade, o FP absorve o Ca presente nas camadas mais profundas do solo, transportando este nutriente para a biomassa da parte aérea. Após a roçagem e decomposição da fitomassa, o Ca é novamente devolvido para o solo nas camadas mais superficiais e pode ser absorvido pelas plantas cítricas.

Dentre os macronutrientes, o S foi o menos absorvido e armazenado na biomassa vegetal (Tabela 1). Houve diferença entre as espécies quanto ao potencial de armazenamento de S. Entre as gramíneas, o capim BDEC apresentou maior potencial de armazenar S em relação ao BRUZ. No entanto, ambas gramíneas não superaram a leguminosa FP na capacidade de reciclar maior quantidade de S (Tabela 1). O FP armazenou cerca de duas vezes mais S em relação às gramíneas e oito vezes mais que a biomassa da VE.

A ordem preferencial de absorção e armazenamento de micronutrientes na fitomassa vegetal foi: Fe > Mn > Zn > B > Cu (Tabela 1). A gramínea BDEC superou ($p < 0,05$) a capacidade de reciclagem de Fe em relação à leguminosa FP e à VE, porém, foi similar ao capim BRUZ. As gramíneas mostraram potencial significativamente maior de armazenagem dos micronutrientes Mn e Zn em relação às demais coberturas (Tabela 1). Quanto ao B, a cobertura FP superou a capacidade de armazenamento deste micronutriente em relação à VE e BRUZ.

Velocidade de decomposição da fitomassa da parte aérea

A velocidade de decomposição da fitomassa das coberturas vegetais está representada na Figura 3, por meio das curvas que indicam a quantidade de biomassa remanescente em função do tempo. Quanto maior for a inclinação da curva, maior a velocidade de decomposição da fitomassa e, conseqüentemente, maior velocidade de liberação dos nutrientes.

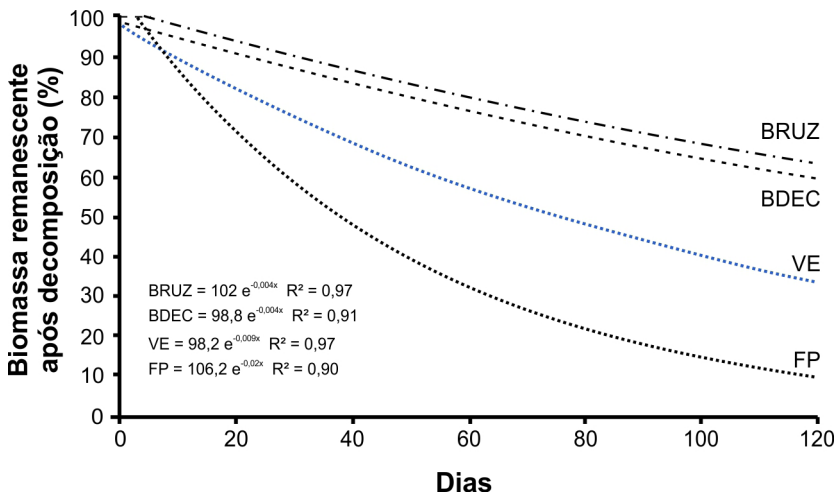


Figura 3. Decomposição da fitomassa da parte aérea de diferentes plantas de cobertura em função do tempo. BRUZ: braquiária ruziziensis; BDEC: braquiária decumbens; VE: vegetação espontânea; FP: feijão-de-porco. Cruz das Almas, BA, 2019.

As curvas demonstram que o padrão de decomposição da fitomassa das gramíneas BDEC e BRUZ foi bastante similar, com decréscimo praticamente linear da biomassa remanescente. A posição superior das curvas no gráfico significa que a decomposição da fitomassa desses capins foi mais lenta em relação à VE e à leguminosa FP, por serem resíduos com alta relação C/N e elevados teores de lignina e polifenóis, o que proporciona maior $T_{1/2}$. Esse resultado está coerente com os observados na literatura, onde a meia-vida do BRUZ pode variar entre 24 a 160 dias, a depender do clima e do manejo aplicado (Belo et al., 2012; Rossi et al., 2013; Costa et al., 2014; Santos et al., 2014). Resultados obtidos por Calonego et al. (2012) indicam $T_{1/2}$ superior a 135 dias para o BRUZ. Do ponto de vista prático, este resultado indica que as

gramíneas são mais eficientes em manter o solo coberto por maior período, liberando os nutrientes mais lentamente.

A decomposição da fitomassa da VE foi intermediária em relação às gramíneas e ao FP (Figura 3). Este resultado sugere que na ausência de uma gramínea como cobertura vegetal, a manutenção da VE nas entrelinhas, seguida da roçagem quando conveniente, representa uma estratégia de manejo mais sustentável em comparação ao manejo do solo que propõe total limpeza das entrelinhas, mantendo o solo completamente exposto. Este cenário de solo exposto tem sido recorrente no Litoral Norte da Bahia, o polo citrícola mais importante do Estado. Conforme observado na Tabela 1, embora o armazenamento de nutrientes na fitomassa da VE seja significativamente inferior às coberturas plantadas (gramíneas ou leguminosa), esta pequena fração de nutrientes não seria reaproveitada caso o solo fosse mantido 'no limpo'. Apesar de consideradas como plantas daninhas ou indesejáveis, a VE pode desempenhar um papel ecológico no ambiente, sendo útil para a proteção do solo e reciclagem de nutrientes. Obviamente o controle destas espécies nas linhas de plantio em pomares de citros deve ser feito obedecendo o período crítico de interferência em favor do aumento de produtividade dos pomares. No caso do Litoral Norte da Bahia este vai de setembro/outubro a março/abril do próximo ano (Carvalho et al., 1993).

A fitomassa do FP foi a que apresentou maior velocidade de decomposição (Figura 3), com $T_{1/2}$ de 35 dias. O padrão exponencial explicou a decomposição bastante acelerada nos primeiros 20 dias, por ser um resíduo com baixa relação C/N e reduzidos teores de lignina e polifenóis, com tendência de estabilização ao final do período de avaliação. Este padrão de decomposição demonstra que essa leguminosa desempenha um papel bastante eficiente para a reciclagem de nutrientes, pois a liberação destes ocorre de forma muito mais rápida em relação às gramíneas. Esse resultado está em coerência ao obtido por Pereira et al. (2016), onde observaram maior decomposição e maiores taxas de liberação de nutrientes pelo FP. Por outro lado, quanto à função de proteção do solo, esta cobertura não pode ser considerada como alternativa mais viável, uma vez que a fitomassa depositada sobre o solo após a roçagem será rapidamente decomposta. O FP, entretanto, apresenta raízes abundantes, robustas e que conseguem romper camadas compactadas do solo em profundidade, um benefício que deve ser considerado para melhoria da estrutura do solo (Figura 4) (Lucena et al., 2017).



Fotos: Francisco Alisson da Silva Xavier

Figura 4. Arquitetura da raiz do feijão-de-porco (A) e presença de minhocas e formação de agregados do solo (B).

Liberação de nutrientes da fitomassa das coberturas: uma aplicação prática para a demanda nutricional da Laranja

Uma das formas mais diretas de medir a velocidade de decomposição e liberação de nutrientes de uma biomassa vegetal é por meio da determinação do $T_{1/2}$. O termo 'meia-vida' representa o período necessário para que metade da biomassa seca seja decomposta ou metade da quantidade de nutrientes contidos na biomassa seja liberada. Assim, quanto maior o valor desta variável, menor velocidade de decomposição e liberação de nutrientes.

Essa informação é extremamente útil para definir um critério de seleção por uma ou outra cobertura, dependendo da função que esta deva, prioritariamente, exercer no ambiente. Por exemplo, se a função da cobertura seja de manter o solo coberto por maior tempo, então, espécies que tenham maior $T_{1/2}$ são mais viáveis; por outro lado, se a necessidade for aumentar a ciclagem de nutrientes no solo em curto prazo, então, coberturas com menor $T_{1/2}$ são mais indicadas.

Em seguida serão apresentados os resultados relacionados com a determinação do $T_{1/2}$ das coberturas avaliadas. Na tentativa de auxiliar a construção de um critério de seleção por determinada espécie, a discussão procurou comparar o $T_{1/2}$ para cada nutriente contido na biomassa, associando esta informação ao período de maior demanda do nutriente pela planta cítrica.

Nitrogênio (N)

Dos nutrientes avaliados, o N é o mais importante para o crescimento vigoroso e o mais demandado pela planta cítrica. A cobertura FP foi a que liberou maior quantidade de N no $T_{1/2}$, porém, com maior velocidade que as demais coberturas (Figura 5A). Em 21 dias esta cobertura liberou 117 kg de N por hectare. Essa velocidade de liberação de N foi cerca de oito vezes maior que o capim BDEC e seis vezes em relação ao capim BRUZ. A taxa diária de liberação de N de $5,6 \text{ kg ha}^{-1}$ da leguminosa FP é capaz de suprir a necessidade de extração deste nutriente da planta cítrica, que ocorre durante o ano todo, sendo mais intensa nas fases de florescimento, formação e crescimento do frutos, emissão de folhas e ramos novos em setembro/dezembro e março/abril no hemisfério Sul, ou seja, nos períodos em que ocorrem os fluxos mais intensos de vegetação atingindo seu pico no crescimento dos frutos em um patamar de $1,8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ (Rocuzzo et al., 2012).

As gramíneas demoraram mais tempo para liberar N no solo, porém, em quantidades significativamente menores que a leguminosa FP. Os capins BDEC e BRUZ liberaram a metade da quantidade de N contida na biomassa em 176 e 116 dias, respectivamente (Figuras 5C e 5D). A liberação média diária de N pelas gramíneas supriria apenas a extração da laranjeira no período de formação de flores e frutos e na pós-colheita.

A biomassa da VE foi a segunda mais rápida na liberação de N, sendo 19 kg ha^{-1} aos 58 dias, que representa uma taxa de liberação de $0,33 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. Já os capins BDEC e BRUZ apresentaram lenta liberação, corroborando com os resultados de Oliveira (2014) e Leite et al. (2010). Esses resultados estão associados à maior relação C/N dessas coberturas, onde no início da decomposição há tendência de uma imobilização temporária do N por microrganismos do solo para decompor o material pobre em N e não adequada para a microbiota decompositora (Petry et al., 2013). No entanto, o cálculo da liberação diária indica a capacidade de ciclagem abaixo da necessidade da planta cítrica nos estádios de crescimento ($1,8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) e maturidade dos frutos ($1,0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$).

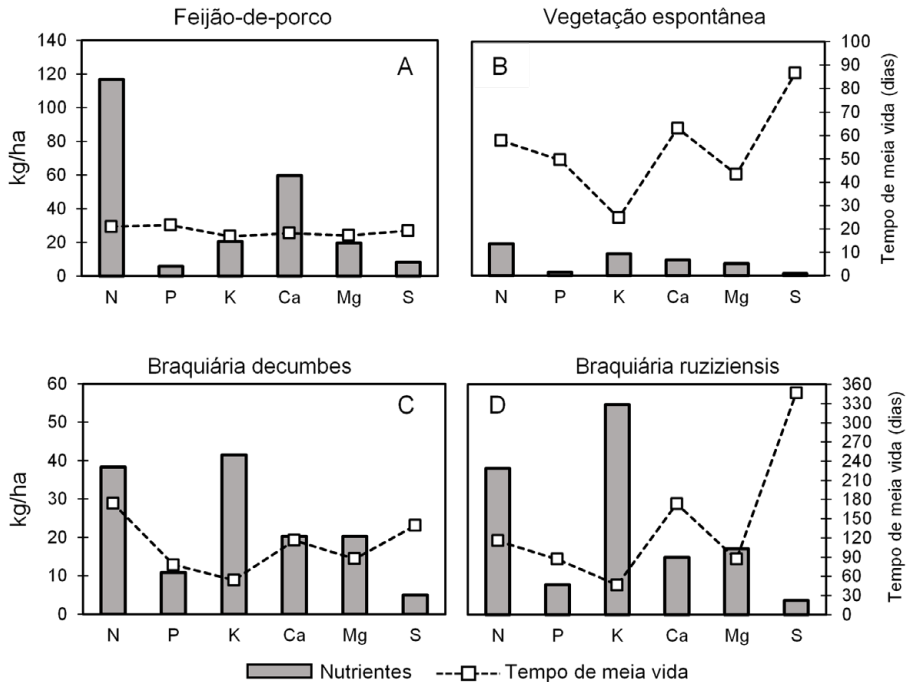


Figura 5. Liberação de nutrientes em função do tempo de meia-vida da fitomassa da parte aérea das espécies feijão-de-porco (A), vegetação espontânea (B), braquiária decumbes (C) e braquiária ruziziensis (D). Cruz das Almas, BA, 2019.

Barras na horizontal representam a quantidade de nutrientes liberados no respectivo tempo de meia-vida representado pelo quadrado. Tempo de meia-vida representa o tempo necessário para que metade dos nutrientes contidos na fitomassa vegetal seja liberado durante a decomposição.

Fósforo (P)

A absorção de P pela laranja é baixa antes da vegetação de primavera e aumenta na floração; é crescente da primavera para o verão durante o desenvolvimento e maturidade dos frutos, e cai bruscamente na pós-colheita a praticamente zero (De La Fuente-Saucedo, 2009; Rocuzzo et al. 2012; Yara Brasil, 2020). A extração diária de P pela planta cítrica nas épocas de maior demanda (crescimento e maturidade dos frutos) fica abaixo de $0,5 \text{ kg ha}^{-1}$ nas condições do hemisfério Sul.

Das coberturas vegetais avaliadas, o FP foi a que liberou mais rapidamente esse nutriente, com o aporte de $5,8 \text{ kg ha}^{-1}$ no $T_{1/2}$ de 22 dias (Figura 5).

Isso corresponde a uma liberação diária de $0,26 \text{ kg ha}^{-1}$, o que atende em mais de 50% da demanda da planta. A VE apresentou velocidade de liberação de P intermediária ao FP e às gramíneas, porém, foram as coberturas que menos aportaram P ao solo, com uma quantidade de $2,0 \text{ kg ha}^{-1}$ no $T_{1/2}$. A taxa diária de liberação de P pela VE foi de $0,04 \text{ kg ha}^{-1}$, o que está muito abaixo da necessidade da maioria dos citros no hemisfério sul. Apesar de proteger o solo, a VE não se constitui uma boa opção quando se pretende a substituição de parte da adubação química de P nas condições dos Tabuleiros Costeiros. Os capins BDEC e BRUZ foram as coberturas que liberaram mais tardiamente o P ao solo, com média de 9 kg ha^{-1} de P em 82 dias (Figura 5), representando uma taxa diária de liberação de P de $0,11 \text{ kg ha}^{-1}$. Esse aporte diário está abaixo da demanda nos estádios de desenvolvimento e maturidade dos frutos, que varia de $0,20 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ a $0,25 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.

Potássio (K)

O nutriente K, junto ao N, são os mais absorvidos pela laranjeira. A maior absorção diária do K pela planta cítrica ocorre a partir da formação das flores e frutos, cerca de $0,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, mantendo-se alta durante todo crescimento do fruto até sua maturidade, com demanda de $1,6 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ a $1,8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, coincidindo com a primavera e verão. Entretanto, a absorção de K cai a níveis quase zero após a colheita (De La Fuente-Saucedo, 2009; Yara Brasil, 2020).

Dos macronutrientes avaliados, o K foi o mais rapidamente liberado da biomassa em todas as coberturas testadas.

Das coberturas vegetais avaliadas, o FP foi a que liberou mais rapidamente o K, cuja quantidade foi de 21 kg ha^{-1} durante o $T_{1/2}$ de 17 dias (Figura 5). Tal liberação correspondeu à taxa diária de $1,2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, atendendo em torno de 60% a 70% da extração média diária deste nutriente pela laranjeira. A biomassa da VE foi a segunda mais rápida, liberando apenas 13 kg ha^{-1} em 25 dias, correspondendo a um aporte diário de $0,5 \text{ kg ha}^{-1}$, muito abaixo da extração realizada pela planta cítrica.

Das gramíneas perenes avaliadas, o capim BRUZ foi o que disponibilizou maior quantidade de K, aportando ao solo 55 kg ha^{-1} em 46 dias (Figura 5), com uma taxa diária de $1,2 \text{ kg ha}^{-1}$ no período de maior extração pela laran-

jeira, o que atende em torno de 60% da necessidade de K. Quanto ao capim BDEC houve a liberação de 41 kg ha⁻¹ no T_{1/2} de 53 dias, apresentando a menor velocidade de liberação de K ao solo dentre todas as coberturas avaliadas. Com a taxa de liberação diária de 0,78 kg ha⁻¹, esta cobertura atende em torno de 70% da extração desse nutriente pela planta cítrica nos estádios de florescimento e formação dos frutos.

Cálcio (Ca)

O Ca é um nutriente importante para a fecundação das flores, fixação dos botões florais e da frutificação, particularmente nos primeiros estádios de crescimento e ao longo do desenvolvimento dos frutos. É o elemento mais encontrado nas folhas de citros e o terceiro nutriente mais utilizado pela planta cítrica. O Ca tem sua extração pela laranja aumentada a partir da formação dos frutos chegando ao pico de 0,70 kg ha⁻¹ durante o crescimento e maturidade e caindo a praticamente zero na pós-colheita (De La Fuente-Saucedo, 2009; Soprano; Koller, 2013; Mattos Júnior et al., 2005; Petry et al., 2018; Yara Brasil, 2020).

O Ca foi o segundo nutriente mais rapidamente liberado no solo pelo FP, sendo 60 kg ha⁻¹ em 18 dias (Figura 5), o que correspondeu à liberação diária de 3,3 kg ha⁻¹, valor que atende totalmente às exigências nutricionais da laranja nos seus estádios vegetativos durante o ano. A VE foi a segunda mais rápida na liberação de Ca, aportando ao solo a quantidade de 9,3 kg ha⁻¹ aos 63 dias de meia-vida, correspondendo a 0,14 kg ha⁻¹ dia⁻¹. As gramíneas liberaram mais lentamente o Ca da biomassa vegetal, possivelmente por terem maior relação C/N nos tecidos vegetais em relação ao FP e VE. O capim BDEC liberou 20 kg ha⁻¹ no T_{1/2} de 116 dias (Figura 5), correspondendo a uma taxa diária de 0,17 kg ha⁻¹. O capim BRUZ aportou ao solo 15 kg ha⁻¹ em 173 dias como T_{1/2}, o equivalente a uma liberação diária de 0,09 kg ha⁻¹. Assim como a VE, as gramíneas perenes não atendem às necessidades de Ca da planta cítrica nos estádios fenológicos ao longo do ano.

Micronutrientes

As épocas de maior exigência de micronutrientes pela planta cítrica são no florescimento, logo após a queda das pétalas, e início do crescimento dos

ramos e folhas (Vitti; Cabrita, 1998). O boro (B), zinco (Zn) e manganês (Mn) são os micronutrientes mais importantes para a produção dos citros, apesar de serem exigidos em pequenas quantidades (mg planta⁻¹). O B minimiza a queda e previne deformidades nos frutos ou problemas de armazenamento por rompimento da casca. Está relacionado também com movimentação dos açúcares nas plantas, divisão celular e fecundação das flores; o Zn mantém a qualidade dos frutos; o Mn, junto ao B, é responsável pela manutenção da produtividade, enquanto o cobre (Cu) previne fragilidades dos frutos. O ferro (Fe), com o Mn e o Zn, auxilia na brotação e fluxo de folhas após a colheita (Vitti; Cabrita, 1998; Mattos Júnior et al, 2005; Soprano; Koller, 2013; Petry et al., 2018).

Dentre as coberturas avaliadas, o FP foi a que liberou mais rapidamente os micronutrientes da biomassa para o solo. Em média, o $T_{1/2}$ para liberação dos micronutrientes foi de 23 dias (Tabela 2). Resultado semelhante foi observado por Pereira et al. (2016). Assim como nos macronutrientes, as gramíneas apresentaram menor velocidade de liberação dos micronutrientes, com $T_{1/2}$ médio de 224 dias.

Tabela 2. Quantidade de micronutrientes liberada da fitomassa da parte aérea de diferentes plantas de cobertura no tempo de meia-vida. Cruz das Almas, BA, 2019.

Plantas de cobertura	Micronutrientes ¹				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
kg ha ⁻¹					
Feijão-de-porco	0,093 (20) ²	0,023 (26)	0,311 (n.c.)	0,152 (21)	0,061 (24)
Vegetação espontânea	0,018 (53)	0,006 (87)	0,157 (n.c.)	0,109 (69)	0,033 (87)
Braquiária decumbens	0,044 (173)	0,008 (n.c.)	0,542 (n.c.)	0,277 (231)	0,101 (139)
Braquiária ruziziensis	0,019 (n.c.) ³	0,007 (n.c.)	0,397 (n.c.)	0,362 (231)	0,116 (347)

¹Estoques calculados com base na massa seca. ²valores entre parêntesis representam o tempo de meia-vida (em dias) de liberação da quantidade de micronutrientes; ³(n.c.) tempo de meia-vida não calculado em razão do não ajuste de um modelo matemático.

As coberturas FP e BDEC foram as que liberaram maiores quantidades de B, porém, em velocidades diferentes. O FP também liberou três vezes mais a quantidade de Cu em relação às demais no $T_{1/2}$ de 26 dias (Tabela 2). O Fe foi o micronutriente mais abundante na biomassa vegetal das coberturas (Tabela 1), com maiores teores na cobertura BDEC. A grande variação dos teores de Fe na fitomassa durante as fases de decomposição não permitiu o ajuste adequado do modelo matemático utilizado neste estudo. Assim, não foi possível calcular o tempo de meia-vida de liberação deste micronutriente nas diferentes coberturas. Depois do Fe, o micronutriente mais disponibilizado pelas coberturas foi o Mn. As gramíneas liberaram, em média, 319 g ha^{-1} de Mn no $T_{1/2}$ de 231 dias (Tabela 2), cerca de duas vezes mais que o FP e três vezes em relação à VE. A velocidade de liberação de Zn foi bastante diferente entre as coberturas, cujos tempos de meia-vida foram 87, 24, 139 e 347 dias para as espécies VE, FP, BDEC e BRUZ, respectivamente. Embora os $T_{1/2}$ tenham sido diferentes, de modo geral, as coberturas liberaram quantidades similares de Zn. Em média, as coberturas FP, BDEC e BRUZ liberaram cerca de 93 g de Zn por hectare no $T_{1/2}$, cerca de três vezes mais que a VE.

Conclusões

Os capins braquiária decumbens e ruziziensis têm padrão de decomposição similares, com tempo de meia-vida superior ao feijão-de-porco. Estas gramíneas são mais recomendadas para a função cobertura do solo. A leguminosa feijão-de-porco libera nutrientes mais rapidamente devido à maior taxa de decomposição da fitomassa, sendo recomendada principalmente para a função reciclagem de nutrientes no solo, com destaque para o nitrogênio.

Os padrões de decomposição e liberação de nutrientes das espécies avaliadas permitem recomendar as seguintes ações de manejo para as condições dos Tabuleiros Costeiros da Bahia e Sergipe: as roçagens dos capins ruziziensis e braquiária ao longo do ano devem ocorrer em torno de 40 a 60 dias antes de cada fase fenológica: em junho/julho, visando o florescimento; em outubro/novembro, visando o crescimento dos frutos, e em janeiro/fevereiro do próximo ano, visando o período após colheita e início da vegetação, que são de maior demanda de nutrientes pela planta cítrica; já a roçagem do feijão-de-porco deve ocorrer aproximadamente no início de setembro,

20 dias antes do período da floração, emissão de ramos, folhas e frutificação da planta cítrica, por serem os períodos de maior demanda de N.

As roçagens da vegetação espontânea como cobertura vegetal devem ocorrer 40 a 50 dias antes dos períodos de maior demanda nutricional pela planta cítrica, acontecendo em julho/agosto; novembro/dezembro e março do ano seguinte.

Referências

- ADETUNJI, A. T.; NCUBE, B.; MULIDZI, R.; LEWU, F. B. Management impact and benefit of cover crops on soil quality: A review. **Soil & Tillage Research**, v. 204, p. 104717, out. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104717>.
- ANDRADE, A. G.; TAVARES, S. R. L.; COUTINHO, H. L. C. Contribuição da serrapilheira para recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. **Informe Agropecuário**, n. 24, p. 55-63, 2003.
- BELO, E. dos S.; TERRA, F. D.; ROTTA, L. R.; VILELA, L. A.; PAULINO, H. B.; SOUZA, E. D. de; VILELA, L. A. F.; CARNEIRO, M. A. C. Decomposição de diferentes resíduos orgânicos e efeito na atividade microbiana em um Latossolo Vermelho de Cerrado. **Global Science and Technology**, v. 5, p. 1-11, 2012.
- BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, P. M. da; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. Acumulação de nutrientes em folhas de milho e nos capins braquiária e Mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34, n. 2, p. 83-87, jun. 2004.
- CALONEGO, J. C.; GIL, F. C.; ROCCO, V. F.; SANTOS, E. A. dos. Persistência e liberação de nutrientes da palha de milho, braquiária e labe-labe. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 5, p. 770-781, set./out. 2012.
- CARVALHO, J. E. B. de; CALDAS, R. C.; CARDOSO, S. S.; COSTA NETO, A. de O. Influência das épocas de controle das plantas daninhas sobre a produção de laranja 'Pera'. **Planta Daninha**, v.1, n. 1/2, p. 49-54, 1993.
- COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; FERNANDES, J. C.; CAVASANO, F. A.; ULIAN, N. A.; PARIZ, C. M.; SANTOS, F. G. Acúmulo de nutrientes e decomposição da palhada de braquiárias em função do manejo de corte e produção do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 2, p. 166-173, 2014.
- DE LA FUENTE-SAUCEDO, H. Nutrición y fertilización en cítricos. In: ROCHA-PEÑA, M. A.; PADRÓN-CHÁVEZ, J. E. (Ed.). **El cultivo de los cítricos en el Estado de Nuevo León**. Nuevo León, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuaria, Libro Científico 1, 2009. p. 90-118.
- DE MENDIBURU DELGADO, F. **Una herramienta de análisis estadístico para la investigación agrícola**. 2009. Tesis de maestría en Ciencias con mención en Ingeniería de Sistemas – Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Unidad de Posgrado, Peru.
- FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P. Função em código R para analisar experimentos em DIC simples, em uma só rodada. In: REUNIAO ANUAL DA REGIAO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 54º SIMPOSIO DE ESTATISTICA APLICADA

A EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 13., 2009, São Carlos, SP. **Programas e resumos...** São Carlos, SP: UFSCar, 2009. p. 1-5.

FERREIRA, P. A. A.; GIROTTO, E.; TRENTIN, G.; MIOTTO, A.; MELO, G. W.; CERETTA, C. A.; KAMINSKI, J.; FRARI, B. K. D.; MARCHEZAN, C.; SILVA, L.; FAVERSANI, J. C.; BRUNETTO, G. Biomass decomposition and nutrient release from black oat and hairy vetch residues deposited in a vineyard. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v. 38, n. 5, p. 1621-1632, set./out. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832014000500027>

LEITE, L. F. C.; FREITAS, R. de C. A. de; SAGRILLO, E.; GALVÃO, S. R. da S. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo no Cerrado Maranhense. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 1, p. 29-35, jan./mar. 2010.

LUCENA, C. C. de; CARVALHO, J. E. B. de; XAVIER, F. A. da S. **Manejo de coberturas vegetais em pomares de citros nos tabuleiros costeiros**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2017. 48p. il.

MATTOS JÚNIOR, D. de; BATAGLIA, O. C.; QUAGGIO, J. A. Nutrição dos Citros. In: MATTOS JÚNIOR, D. de; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JÚNIOR, J. (ed.). **Citros**. Campinas, SP: Instituto Agronômico: Fundag, 2005. p. 198-219.

OLIVEIRA, F. E. R. de **Efeito de coberturas vegetais sobre a dinâmica de nutrientes e da matéria orgânica do solo no cultivo da laranja**. 2014. 63f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias e Biológicas, Cruz das Almas, BA, 2014.

PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo – decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 3, maio/jun. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000300001>

PEREIRA, N. S.; SOARES, I.; MIRANDA, F. R. de. Decomposition and nutrient release of leguminous green manure species in the Jaguaribe-Apodi region, Ceará, Brazil. **Ciência Rural**, v. 46, n. 6, p. 970-975, jun. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140468>

PETRY, H. B.; BAYER, C.; SCHWARZ, S. F.; OLIVEIRA, R. P. de; SCIVITTARO, W. B. **Plantas de Cobertura e Adubação Verde para Citros**. Pelotas: EMBRAPA - CPACT, 2013. 21p. (EMBRAPA - CPACT, Documentos, 383). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1027437>. Acesso em: 29 out. 2020.

PETRY, H. B.; SOUZA, E. S.; BISSANI, C. A.; KOLLER, O. T. Correção da acidez e adubação do solo. In: EFROM, C. F. S.; SOUZA, V. D. de (org.). **Citricultura do Rio Grande do Sul: indicações técnicas**. 1. ed. Porto Alegre, RS: Secretaria de Agricultura, Pecuária e Irrigação, 2018, p. 105-125.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 29 out. 2020.

REZENDE, C. P.; CANTARUTTI, R. B.; BRAGA, J. M.; GOMIDE, J. A.; PEREIRA, J. M.; FERREIRA, E.; TARRÉ, R.; MACEDO, R.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; CADISCH, G.; GILLER, K. E.; BODDEY, R. M. Litter deposition and disappearance in *Brachiaria* pastures in the Atlantic Forest region of the south of Bahia, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 54, n. 2, p. 99-112, jun. 1999. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1009797419216>

ROCCUZZO, G.; ZANOTELLI, D. ALLEGRA, M.; GIUFFRIDA, A.; TORRISI, B. F.; LEONARDI, A.; QUIÑONES, A.; INTRIGLILOLO, F.; TAGLIAVINI, M. Assessing nutrient uptake by field-grown Orange trees. **European Journal of Agronomy**, v. 41, p. 73-80, ago. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2012.03.011>

- RODRIGUES, G. B.; SÁ, M. E. de; VALÉRIO FILHO, W. V.; BUZETTI, S.; BERTOLIN, D. C.; PINA, T. P. Matéria e nutrientes da parte aérea de adubos verdes em cultivos exclusivo e consorciado. **Revista Ceres**, v. 59, n.3, pp. 380-385, maio/jun. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2012000300013>
- ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; BETTA, M.; POLIDORO, J. C. Decomposição e liberação de nutrientes da palhada de braquiária, sorgo e soja em áreas de plantio direto no cerrado goiano. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, pp. 1523-1534, jul./ago. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n4p1523>
- SANTOS, F. C.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de; VILELA, L.; FERREIRA, G. B.; CARVALHO, M. da C. S.; VIANA, J. H. M. Decomposição e liberação de macronutrientes da palhada de milho e braquiária, sob integração lavoura-pecuária no cerrado baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 6, p. 1855-1861, nov./dez. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832014000600020>
- SOPRANO, E.; KOLLER, O. L. Nutrição e adubação dos citros. In: KOLLER, O. L. (org.). **Citricultura Catarinense**. Florianópolis, SC: EPAGRI, 2013. p. 247-276.
- SOUZA, L. S.; SOUZA, L. D. **Caracterização físico-hídrica de solos da área do Centro Nacional de Pesquisa Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMPF, 2001. 56 p. (EMBRAPA-CNPMPF. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 20).
- TEIXEIRA, M. B.; LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; PIMENTEL, C. Decomposição e ciclagem de nutrientes dos resíduos de quatro plantas de cobertura do solo. **Idesia**, v. 30, n. 1, p. 55-64, jan./abr. 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292012000100007>
- TEODORO, R. B.; OLIVEIRA, F. B. de; SILVA, D. M. N. de; FÁVERO, C.; QUARESMA, M. A. L. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no Cerrado do Alto Vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 2, p. 635-643, mar./abr. 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-06832011000200032>
- THÖNNISSEN, C.; MIDMORE, D. J.; LADHA, J. K.; OLK, D. C.; SCHMIDHALTER, U. Legume decomposition and nitrogen release when applied as green manures to tropical vegetable production systems. **Agronomy Journal**, v. 92, n. 2, p. 253-260, mar. 2000. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2000.922253x>
- VITTI, G. C.; CABRITA, J. R. M. **Nutrição e adubação de citros**. Jaboticabal: Funep, 1998, 31 p. (FUNEP. Boletim Citrícola, 4).
- XAVIER, F. A. da S.; OLIVEIRA, J. de M.; OLIVEIRA, F. E. R. **Produção de fitomassa, estoques de nutrientes e dinâmica da decomposição de coberturas vegetais em pomar de citros no Litoral Norte do Estado da Bahia**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 2017. 25 p. (EMBRAPA-CNPMPF. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 87). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1079504>. Acesso em: 29 out. 2020.
- XAVIER, F. A. da S.; PEREIRA, B. L. S.; SOUZA, E. A.; BORGES, A. L.; COELHO, E. F. Irrigation systems, fertigation and mulch: effects on the physical, chemical and biological attributes of the soil with banana crop in Northeastern Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 51, n. 20, p. 2592-2605, nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103624.2020.1845359>
- YARA BRASIL. **Como aumentar a produtividade na cultura do Citros**. 2020. Disponível em: <https://www.yarabrasil.com.br/conteudo-agronomico/blog/como-aumentar-a-produtividade-na-cultura-do-citros>. Acesso em: 29 out. 2020.



Mandioca e Fruticultura

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

CGPE 016997